



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

ULB

Forschung im Druckmaschinenbau

Scheuter, Karl R.

(1967)

DOI (TUprints): <https://doi.org/10.25534/tuprints-00014097>

License:



CC-BY 4.0 International - Creative Commons, Attribution

Publication type: Article

Division: 16 Department of Mechanical Engineering

16 Department of Mechanical Engineering

Original source: <https://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/14097>



Forschung im Druckmaschinenbau

KARL R. SCHEUTER

Anlässlich der Feier des 150jährigen Bestehens der Schnellpressenfabrik Koenig & Bauer AG in Würzburg am 18. September 1967 (siehe auch »DD« Nr. 34 und 35 vom 21. und 28. September) hielt Professor Dipl.-Ing. Karl R. Scheuter, Inhaber des Lehrstuhls am Institut für Druck-

maschinen und Druckverfahren der Fakultät Maschinenbau an der Technischen Hochschule Darmstadt, einen auch für den Nichtmaschinenbauer interessanten Vortrag. Wir danken Professor Scheuter für die Überlassung des Vortragsmanuskriptes zum Abdruck.

Die Drucktechnik hat rund ein halbes Jahrtausend der Entwicklung hinter sich und gehört damit zu den älteren Techniken, die von den Menschen betrieben werden. Wohl gibt es eine Reihe noch älterer Techniken, zum Beispiel die Landtechnik, die Technik der gebrannten Erden oder die Hüttentechnik. Jedoch hat keine dieser Techniken die Welt so intensiv umgestaltet wie die Drucktechnik, mit deren Erscheinen eigentlich die Neuzeit eingeleitet wurde.

Kennzeichen aller dieser alten Techniken ist einerseits die Tatsache, daß in ihrer Anwendung ein ungeheures Maß von Erfahrung vorliegt, und daß andererseits – wie es die Geschichte der uns interessierenden Technik besonders schön zeigt – umwälzende Fortschritte immer wieder einzelnen Erfindern und Konstrukteuren zu verdanken sind. Im Gegensatz dazu stehen die modernen Techniken, zum Beispiel die Atomtechnik oder auch die Raumfahrttechnik. In beiden Fällen ist der Ausgangspunkt der Entwicklung in rein wissenschaftlichen Erkenntnissen begründet. Durch deren ingenieurmäßige Auswertung, unterstützt durch eine großartig aufgebaute Forschung, wurden das moderne Kernkraftwerk und auch der künstliche Erdsatellit entwickelt. Der Unterschied der Entwicklungsgeschichte der Drucktechnik, verglichen mit derjenigen der modernen Techniken, liegt also etwa darin, daß bei diesen die wissenschaftliche Erkenntnis der Realisierung voranging, während bei jener die wissenschaftliche Erkenntnis in gewissen Fällen um Jahrhunderte nachhinkt. Diese Aussage ist vielleicht überspitzt; immerhin ist aber zu bedenken, daß die ureigentlichen Vorgänge des Druckens, nämlich jene Vorgänge, bei denen die Farbe von der Druckform auf den Bedruckstoff übertragen wird, auch heute noch nicht ganz geklärt sind.

Die eben dargelegten Umstände sind für die Forschung auf dem Gebiete der Drucktechnik und des Druckmaschinenbaues von besonderer Bedeutung, und zwar im Hinblick auf die Wahl der Forschungsthemen. Ohne Zweifel lassen sich dabei zwei extreme Gesichtspunkte herauschälen. Der erste Gesichtspunkt würde etwa darauf hinzielen, jegliche Empirie in der heutigen Drucktechnik und im Druckmaschinenbau durch wissenschaftlich fundierte Zusammenhänge zu ersetzen, und zwar ungeachtet dessen, ob in der täglichen Praxis alles reibungsfrei abläuft oder ob Schwierigkeiten auftreten. Der zweite Gesichtspunkt würde etwa von der Feststellung ausgehen, daß der heutige Stand der Drucktechnik und des Druckmaschinenbaues ein recht hoher sei, daß die Druckqualität gemeinhin befriedige und daß es deshalb überflüssig sei, die hierbei angewandte Technik in allen Belangen wissenschaftlich abzuklären. Im gleichen Atemzug würde ein Anhänger dieses zweiten Gesichtspunktes betonen, daß es vielmehr dringend notwendig sei, die Grundlagen für eine neuere, modernere, etwa der Atomtechnik vergleichbare Drucktechnik zu erforschen.

Auf dem Boden der Wirklichkeit stehend, werden wir vorerst feststellen müssen, daß die Druckverfahren und die Druckmaschinen *verbesserungsfähig* sind, und daß solche Verbesserungen notwendig sind, um die Verfahren und die Maschinen laufend den sich ändernden Anforderungen seitens der Druckindustrie anzupassen. Voraussetzung dazu ist jedoch eine weitgehende *wissenschaftliche* Abklärung der heutigen Technik. Andererseits wäre die vorbehaltlose Annahme, daß die heute ausgeübten Verfahren bis in die fernste Zukunft ihre beherrschende Stellung wahren, kurzsichtig. Es sind jedoch heute schon mehrere Verfahren bekannt,

die in einem erweiterten Sinne mögliche Druckverfahren darstellen. Das gilt beispielsweise für die *Elektrophotographie*, die sich in der Vervielfältigungstechnik – also in der Technik der rationellsten Erzeugung kleinster Auflagen – ein bedeutendes Anwendungsgebiet sichern konnte. Die Mängel, die solchen Verfahren noch anhaften und es ihnen zur Zeit nicht ermöglichen, als ernsthafte Konkurrenten der klassischen Druckverfahren aufzutreten, sind bekannt. Unbekannt sind jedoch noch versteckt liegende Möglichkeiten, und deshalb drängt sich der Schluß auf, daß eine sinnvolle Forschung in ihren Themen nicht ausschließlich dem heute Bekannten und Gewohnten verhaftet sein darf.

Aus den bisherigen Ausführungen geht indirekt auch die bekannte Tatsache hervor, daß jedem Forschungsergebnis ein Zeitraum zuzuordnen ist, in welchem es sinnvoll verwertet werden kann. Man wird also genau wie bei der Unternehmensführung, wo man von einer kurzfristigen, mittelfristigen und langfristigen Planung spricht, von kurzfristiger, mittelfristiger und langfristiger Forschung sprechen müssen. Die Planung der Forschung hat denn auch nach unternehmerischen Gesichtspunkten und Zielsetzungen zu erfolgen, denn jede Forschung bedeutet eine Investition. Investitionen jedoch unterliegen immer Rentabilitäts Gesichtspunkten.

Ist ein Forschungsziel nach diesen Grundsätzen erkannt und das Forschungsthema geklärt, so stellt sich dann die Frage nach der Forschungsstelle, die für die Lösung der gestellten Aufgabe die größte Gewähr bietet. Mit anderen Worten stellt sich die Frage, ob zum Beispiel der Maschinenhersteller die Forschungsaufgabe selbst übernehmen soll oder ob sie einem Forschungsinstitut zu überweisen sei.

Obwohl hier keine allgemeinen Regeln vorliegen, zeigt sich doch, daß kurzfristige Forschungsthemen von der Maschinenindustrie mit Vorteil im eigenen Hause bearbeitet werden. Solche kurzfristigen Forschungsthemen entstehen nämlich vorwiegend infolge von Funktionsstörungen bei speziellen oder extremen Anwendungen von an sich bekannten und fundierten Techniken. Liegt die wissenschaftlich saubere Analyse des Problems einmal vor, so rückt die Lösung meist in greifbare Nähe, weil die innige Vertrautheit mit der speziellen Materie im eigenen Unternehmen gegeben ist. Daß bei der Analyse die Erfahrungen und Hilfsmittel eines Forschungsinstitutes hilfreich sein können, liegt auf der Hand.

Für mittelfristige Themen, die sich aus dem speziellen Produktionsprogramm eines Maschinenherstellers ergeben, gelten ähnliche Gesichtspunkte. Auch hier bietet die Forschung im eigenen Hause die Gewähr dafür, daß – ohne Umwege über das Allgemeine – unmittelbar auswertbare Ergebnisse erzielt werden. Anders liegt der Fall, wenn ein Forschungsthema das Produktionsprogramm einer Gruppe oder einer Gesamtheit von Maschinenherstellern berührt, also ein allgemeines Problem darstellt. In einem solchen Fall ist die zentrale Problembearbeitung in einem Forschungsinstitut ohne Zweifel von Vorteil.

Diese Erkenntnis veranlaßte 1953 sieben deutsche Druckmaschinenfabriken, das *Institut für Druckmaschinen und Druckverfahren* in Darmstadt zu gründen. Gleichzeitig wurde mit der Übergabe dieses Institutes an die Technische Hochschule Darmstadt eine Fachrichtung Druckmaschinen und Druckverfahren an der Fakultät Maschinenbau der TH Darmstadt eingerichtet. Hierdurch wurde die einzige Ausbildungsmöglichkeit für

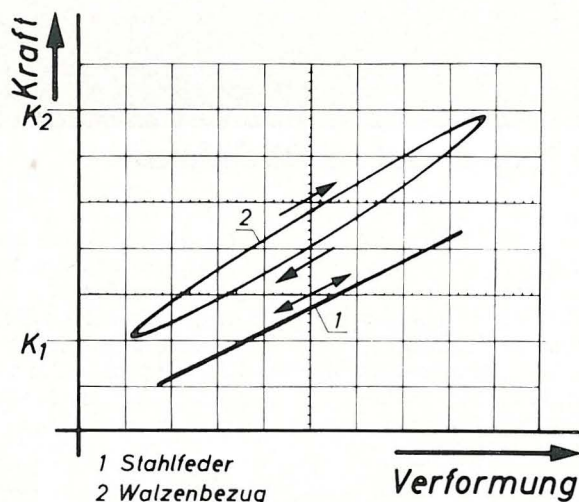


Abbildung 1:
Verformung unter
Einwirkung einer
Druckwechsel-
spannung.
Kurve 1:
Stahlfeder;
Kurve 2:
visko-elastisches
Walzenmaterial
(Reproduktion
zweier
Oszillogramme).



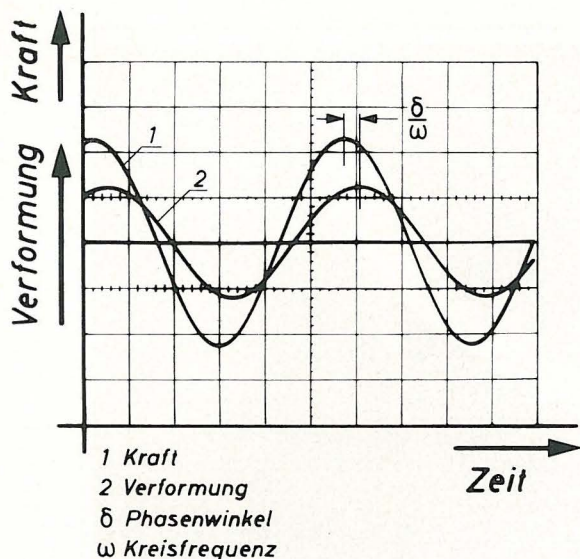


Abbildung 2:
Verformung eines
visko-elastischen
Materials als
Funktion der Zeit
(Reproduktion
zweier
Oszillogramme).

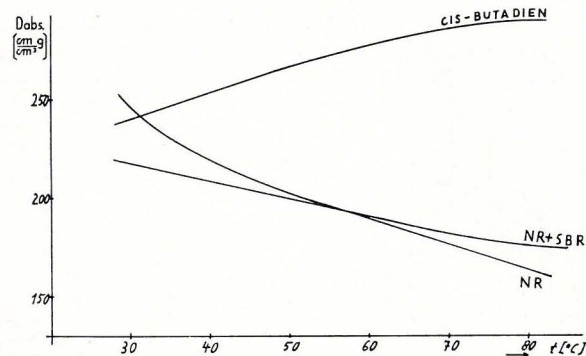


Abbildung 4:
Verlustarbeit
verschiedener
visko-elastischer
Materialien als
Funktion der
Temperatur.

Hochschulingenieure des Druckmaschinenbaus und der Drucktechnik in der Bundesrepublik geschaffen. Dank der zähen und aufopfernden Aufbauarbeit des ersten Lehrstuhlinhabers fanden Lehrstuhl und Institut bald internationale Anerkennung.

Um die Förderung der Forschung auf eine breite Grundlage zu stellen, wurde am 21. Oktober 1955 von den gleichen sieben Maschinenfabriken die *Forschungsgesellschaft Druckmaschinen e. V.* gegründet. Sie hat sich zur Aufgabe gestellt, Forschungsunternehmen nicht nur zu planen und vorwiegend dem genannten Institut zur Lösung zu übertragen, sondern auch dessen Finanzierung sicherzustellen.

Nach diesen allgemeinen und grundsätzlichen Ausführungen zur Forschung im Druckmaschinenbau sollen nun einige mittelfristige Themen, die das Darmstädter Institut im Auftrag der Forschungsgesellschaft Druckmaschinen e. V. bearbeitet, kurz gekennzeichnet werden.

Kennwerte viskoelastischer Baustoffe

Im Druckmaschinenbau werden Kräfte beziehungsweise Drücke häufig mittels gummiartiger Stoffe übertragen. Solche Vorgänge treten in den Walzenfarbwerken auf, zwischen Presseur und Formzylinder und nicht zuletzt auch zwischen Druckform und Aufzug beziehungsweise zwischen Gummituch und Druckzylinder. Insgesamt gesehen handelt es sich also um elastische Walzenbezüge, die einem Walkvorgang unterliegen.

Untersucht man den Beanspruchungsvorgang im Berührungsgebiet von Stahl- und Gummiwalze, so erkennt man, daß es sich um eine komplexe Beanspruchung handelt, die theoretisch nicht erfaßt werden kann.

Erschwerend für das Verständnis der Vorgänge ist die Tatsache, daß die als Walzenbezugsmaterial verwendeten Stoffe, also Gummi oder gummiähnliche Kunststoffe, sich nicht wie Metalle rein elastisch verformen, sondern visko-elastisch. Stahl zum Beispiel verformt sich unter dem Einfluß einer Belastung unmittelbar und proportional zur Größe der Last, visko-elastische Stoffe hingegen zeigen eine Verformung, die zeitlich gesehen hinter der Belastung nachhinkt. Die Verhaltensweise von solchen Stoffen ist deshalb nicht durch eine Kennzahl, nämlich den Elastizitätsmodul, gegeben. Neben diesem Elastizitätsmodul ist auch der Phasenwinkel zwischen Belastung und Verformung, als das Maß, welches das zeitliche Nachhinken der Verformung nach der Belastung angibt, von Bedeutung. Um beide Größen messen zu können, und zwar als Funk-

tion der sie beeinflussenden Parameter, vorwiegend Temperatur und Frequenz, wurde eine Werkstoffprüfmaschine entwickelt, welche erlaubt, Normproben einer sinusförmigen Druckwechselspannung auszusetzen. Entsprechend der Art der Belastung in der Druckmaschine kann auch die Normprobe in einem Frequenzbereich zwischen 0 und 200 Hz belastet werden. Der Kraft-Weg-Verlauf der verformten Probe wird mittels eines Lichtstrahl-Oszillographen sichtbar gemacht. Ausgewertet wird die auf dem Bildschirm entstehende Dämpfungsellipse, deren Flächeninhalt proportional der bei der Verformung aufgenommenen Energie ist, also ein Maß für die Wärmeentwicklung infolge der Walkung darstellt. Diese Wärmeentwicklung ist vor allem verantwortlich für das Ansteigen der Betriebstemperatur der Druckmaschine während des Fortdrucks. Wertet man den Verlauf des dynamischen Elastizitätsmoduls und des Phasenwinkels als Funktion von Frequenz und Temperatur bei verschiedenen Walzenmaterialien aus, dann wird sofort klar, daß diese sich ganz verschieden stark erwärmen werden. Damit ist

aber auch gezeigt, daß diese Prüfmaschine eine gewisse Voraussage erlaubt, welche elastischen Materialien als Walzenbezüge ungeeignet oder geeignet sind.

Erfassung des Deformationsmechanismus von Farbwalzen

Die eben beschriebene Werkstoffprüfmaschine erleichtert zwar die Auswahl von Walzenbezugsmaterialien, gibt aber selbstverständlich über den eigentlichen Verformungsmechanismus durch den Walkvorgang beim Abrollen keine Auskunft. Um diese Deformation sichtbar zu machen, wurde deshalb ein kleiner Walzenstuhl gebaut, der ermöglicht, die Deformation mittels der Hochfrequenzkinematographie sichtbar zu machen.

Die gezeigte Versuchseinrichtung gestattet daneben, die Anpreßkräfte zwischen Gummiwalze und Stahlwalze mittels Dehnmeßstreifensystemen zu erfassen, und zwar sowohl Druck als auch Schub. Gleichzeitig kann auch der Schlupf zwischen den beiden Walzen gemessen werden. Von Bedeutung sind diese Untersuchungen deshalb auch im Zusammenhang mit der Frage der Druckabwicklung. Ohne Zweifel werden die laufenden Versuche eine Reihe von Einblicken in den Abwicklungsmechanismus geben. Ob es jedoch möglich sein wird, allgemeingültige, mathematisch einwandfreie Schlüsse zu ziehen, bleibt noch dahingestellt.

Walzenfarbwerke

Ein Walzenfarbwerk arbeitet dann ideal, wenn während des gesamten Einfärbvorganges die der Druckform angebotene Farbschichtdicke konstant bleibt. Ein solch idealer Zustand ist leider eine Utopie, denn durch die Unterbrechungen der Druckform, aber auch durch die diskontinuierliche Zufuhr der Druckfarbe durch den Heber entstehen Störungen, die unter gewissen Umständen sich im Druckbild störend bemerkbar machen.

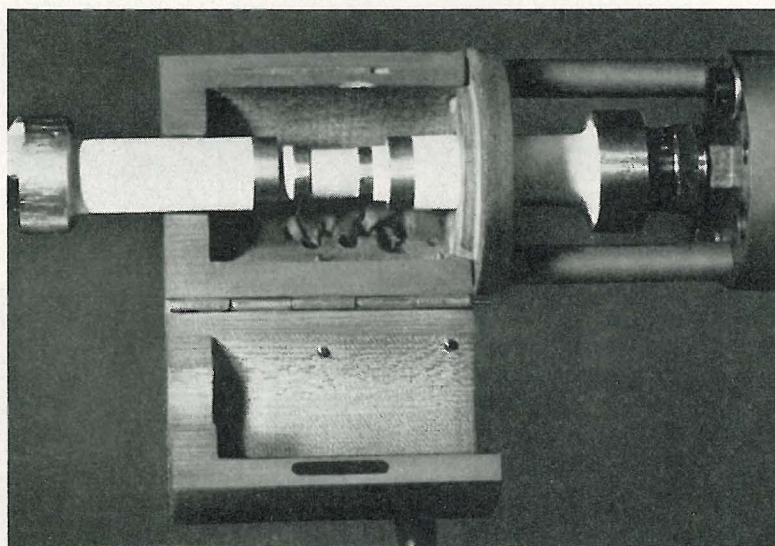


Abbildung 3: Normprobe zwischen Schwingungsgeber und Amboß der Prüfmaschine. Die Probe befindet sich in einer Wärmekammer, so daß die Temperatur vorgegeben werden kann.

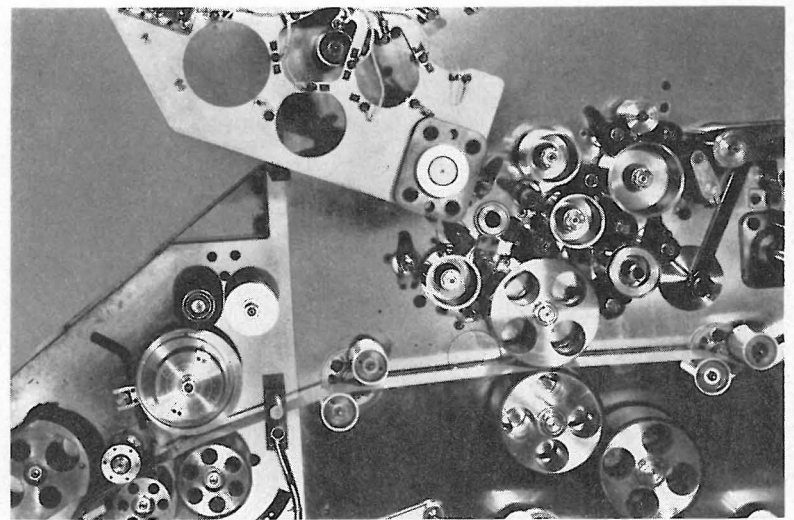
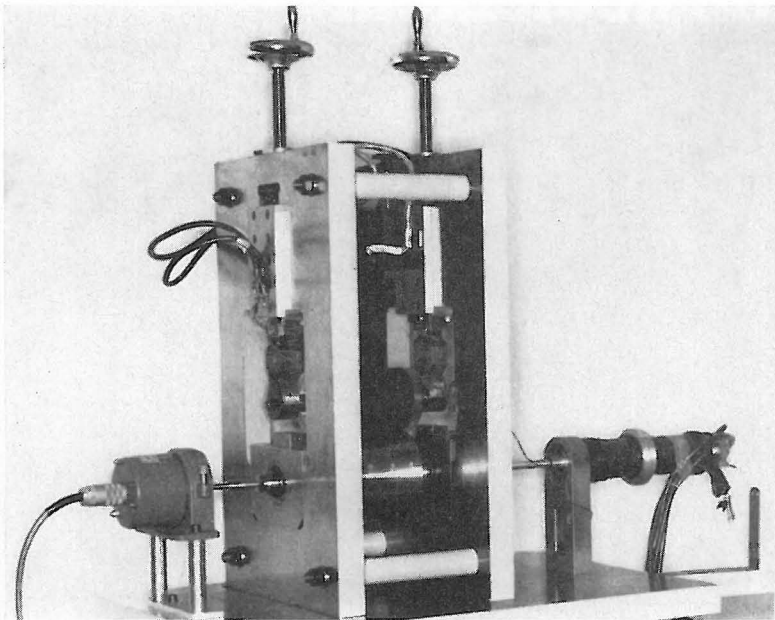


Abbildung 7 (oben): Modelldruckmaschine. Die abgeschwenkte Hilfswand trägt die Meßgeber.

Abbildung 5 (links): Walzenstuhl für die Verformungsprüfung von Walzen.

Als Unterlage für die Auslegung des Walzenfarbwerkes verfügt der Konstrukteur derzeit nur über seine Erfahrung. Die theoretischen Überlegungen, die zu diesem Problemkreis vorliegen, sind nicht sehr hilfreich. Um genauere und nach Möglichkeit verbindliche Unterlagen zu schaffen, wurde eine Modellrotationsmaschine konstruiert, bei der der Farbfluß im Walzenfarbwerk an 25 Stellen gleichzeitig gemessen werden kann. Zur Messung der Schichtdicke wird das optische Verfahren gewählt. Von einer Miniaturglühlampe wird ein Lichtstrom durch die Farbschicht geschickt. Dieser Lichtstrom wird an der Walzenoberfläche gespiegelt und nach dem zweiten Durchgang durch die Farbschicht von einem Phototransistor empfangen. Während des Durch-

ganges durch die Farbschicht erfährt der Lichtstrahl eine Schwächung, die ein Maß für die Schichtdicke darstellt.

Die physikalischen Zusammenhänge der Intensitätsschwächung, die das Licht beim Durchdringen der Farbschicht erfährt, sind äußerst kompliziert. Um eine bequeme Auswertung zu erreichen, wurden deshalb einem Teil der Meßstellen je ein Analogrechner nachgeschaltet, welcher das Signal derart verstärkt, daß es proportional zur Schichtdicke wird.

Die Untersuchungsergebnisse sind bei weitem noch nicht vollständig. Immerhin kann aber gezeigt werden, daß mit dieser Maschine auch Farbübertragungskurven ermittelt werden können. Üblicherweise werden sol-

che Kurven mit Bedruckbarkeitsprüfgeräten gewonnen. Die Versuchsmaschine gestattet gleiche Messungen, und zwar unter Bedingungen der Praxisnähe, wie sie die Bedruckbarkeitsprüfgeräte nie bieten können. Die durchgeführten Messungen zeigen, daß die Farbübertragungen in einer laufenden Druckmaschine merklich günstiger sein müssen als beim Probedruckgerät. Zu erklären ist diese Tatsache weitgehend damit, daß unter anderem als Folge des Walkvorganges das Farbwerk und damit die Druckfarbe eine merklich höhere Temperatur aufweist als die Farbe im Probedruckgerät, also dünnflüssiger ist. Der Versuch erklärt also teilweise die bekannte Tatsache, daß die Tonwerte des Andruckes nicht mit den Tonwerten des Fortdruckes

übereinstimmen und daß bei Änderungen der Druckgeschwindigkeit neben der kurzfristigen Tonwertverschiebung als Folge des bedingten Speichervermögens des Farbwerkes eine länger dauernde Tonwertverschiebung auftritt.

Trocknung von Druckfarben

Gemeinhin wird das Trockenproblem mit dem Tiefdruck identifiziert. Grundsätzlich besteht das Trockenproblem aber auch bei den anderen Druckverfahren, und zwar sowohl im Rollen- als auch im Bogendruck. Viel Makulatur könnte vermieden werden, wenn das Druckgut unmittelbar nach dem Druck in passender Weise getrocknet werden könnte. Der kritische Punkt liegt nun darin, daß die

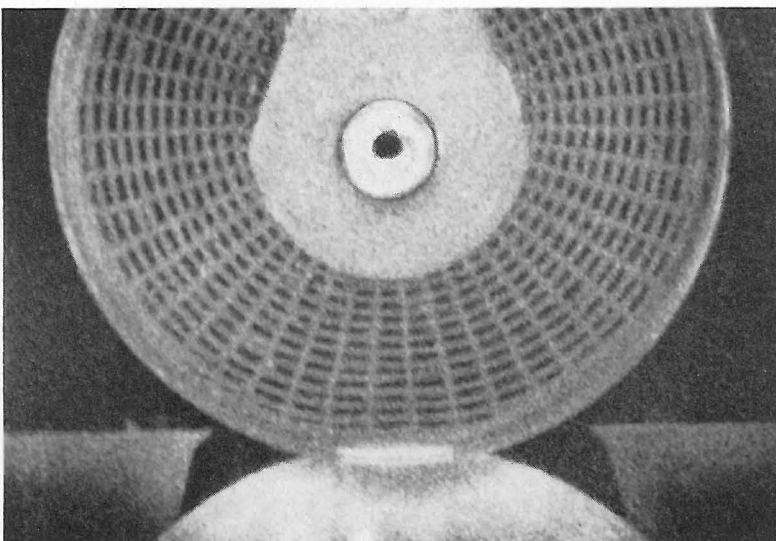


Abbildung 6: Ausschnitt aus einem Hochfrequenzfilm. Die Verformung des Walzenbelages ist am einvulkanisierten Koordinatennetz erkennbar (Aufnahmefrequenz etwa 1500 Bilder je Sekunde).

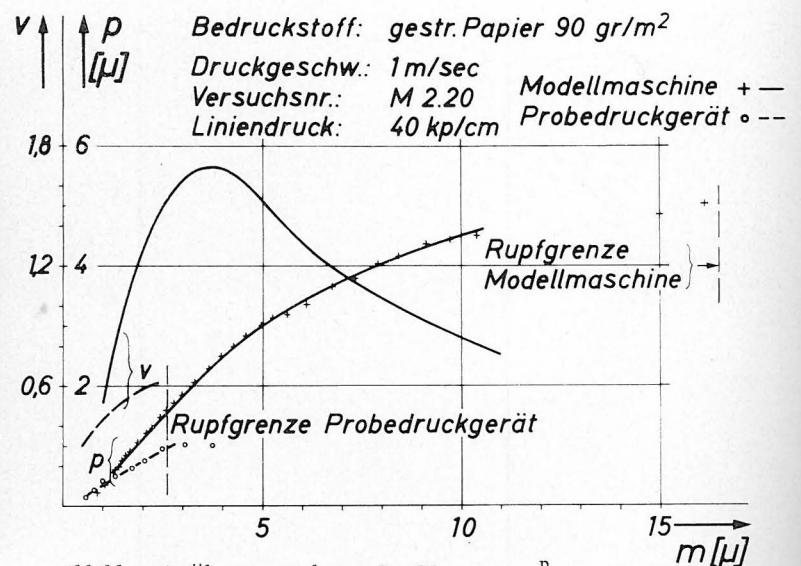


Abbildung 8: Übertragungskurve. Der Wert $v = \frac{p}{m \cdot p}$ ist ein Maß für die auf den Bedruckstoff übertragene Farbmenge.

Trockenstrecken für Druckmaschinen extrem kurz sein müssen.

Zur Durchführung des Trockenvorganges sind zwei fundamentale Dinge notwendig. Erstens einmal muß auf irgendeine Weise Wärme zugeführt werden. Zweitens ist es dann notwendig, die Lösemitteldämpfe, die sich an der Oberfläche des zu trocknenden Gutes ansammeln, wegzuführen. Im Falle der reinen Lufttrocknung sind diese beiden Vorgänge sehr eng verwandt. Es können deshalb die den Wärmeübergang bestimmenden Größen gemessen werden. Die für den Stofftransport, also für das Wegführen der Lösemitteldämpfe, wichtigen Größen können dann gerechnet werden. Wie so oft, ist auch hier die Klärung der meßtechnischen Probleme viel aufwendiger, als es dann die eigentliche Messung sein wird, die noch bevorsteht.

Diese ausgewählten Beispiele umfassen, wie eingangs erwähnt, den Bereich der mittelfristigen Forschung. Sie sind mit der heutigen Technik verhaftet und real. Im Gegensatz dazu stehen langfristige Forschungsthemen, die ohne Zweifel einen spekulativen Charakter aufweisen. Es erscheint deshalb richtiger, zum Abschluß ein Forschungsthema aus dem kurzfristigen Bereich anzuführen.

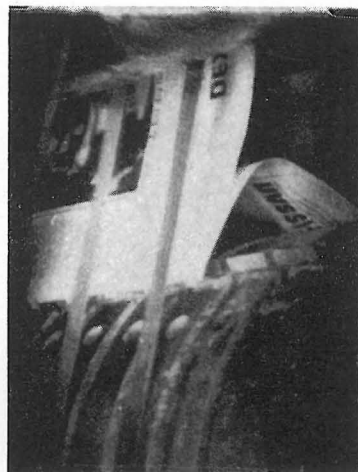


Abbildung 9a: Ausschnitt aus einem Hochfrequenzfilm. Der nachlaufende Teil des dünnen Exemplares folgt dem Falzklappenzyylinder nicht und stört dadurch den vorlaufenden Teil in seinem Bewegungsablauf. (Die Aufnahme Frequenz beträgt 2500 Bilder je Sekunde.)

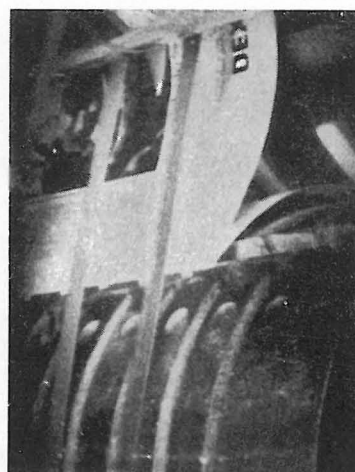


Abbildung 9b: Ausschnitt aus einem Hochfrequenzfilm. Nach erfolgter Änderung folgt der nachlaufende Teil des Exemplares dem Falzklappenzyylinder. Der vorlaufende Teil wird in seinem Bewegungsablauf nicht mehr gestört (Aufnahme Frequenz 2500 Bilder je Sekunde).

Eckenbildung an Falzprodukten

Bei der Auslegung eines Falzwerkes muß der Konstrukteur die größte vom Kunden gewünschte Seitenzahl berücksichtigen. Wird ein derartiges Falzwerk nun für sehr kleine Seitenzahlen eingesetzt, dann können sich Schwierigkeiten ergeben, die sich in

Form von umgelegten Ecken zeigen. Wie derartige Ecken entstehen, läßt sich mit unbewaffnetem Auge wegen der hohen Laufgeschwindigkeit unmöglich erkennen. Die Analyse des Bewegungsvorganges kann jedoch mittels der Hochfrequenzkinematographie durchgeführt werden. Man benötigt dazu ein Filmaufnahmegerät, das erlaubt, mehrere hundert bis mehrere tausend Bilder je Sekunde festzuhalten. Der Bewegungsvorgang, der zur Eckenbildung führt, läßt sich dank dieses Mittels sehr sauber analysieren.

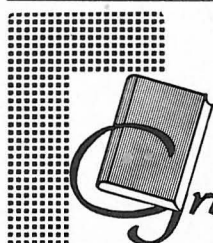
Man stellt dabei fest, daß der freie Durchgang zwischen Falzmesser- und Falzklappenzyylinder für die geringe Exemplardicke zu weit ist. Der nachlaufende Teil des Exemplars folgt der Zylinderoberfläche nicht mehr, son-

dern sucht seinen eigenen Weg und beeinflusst dabei die Bewegung der vorlaufenden Exemplarhälfte ungünstig. Durch Verkleinerung der Spaltweite mittels federnder Glieder, die sich der Exemplardicke anpassen, konnte das Problem schnell gelöst werden. Der wissenschaftliche Beitrag beschränkte sich bei der Problembearbeitung weitgehend auf die Analyse, währenddem die konstruktive Vertrautheit mit der Materie die eigentliche Problemlösung dann beige-steuert hat.

Jeder Wissenschaftler wird dankbar sein, wenn er von Zeit zu Zeit zur Lösung solcher Probleme beigezogen wird. Er erhält dabei immer wieder jenen notwendigen Zusammenhang mit der Praxis, der ihm bei der oft mehrjährigen Bearbeitung eines besonderen Problems verloren zu gehen droht.

Zusammenfassung

In einem ersten Abschnitt wurden vorerst die wichtigsten Gesichtspunkte dargelegt, die der Zusammenarbeit zwischen der Industrie und der Wissenschaft auf dem Gebiete der Forschung im Druckmaschinenbau zugrunde liegen. Es wurde gezeigt, daß eine gewisse Arbeitsteilung sinnvoll ist. Kurzfristige und mittelfristige Probleme, die aus dem speziellen Produktionsprogramm eines Unternehmens entstehen, werden mit Vorteil im eigenen Hause bearbeitet, während mittelfristige und allgemeine sowie langfristige Probleme bevorzugtes Arbeitsfeld wissenschaftlicher Institute sein sollen. Anschließend werden einige aktuelle Forschungsthemen, insbesondere aus der mittelfristigen Forschung, vorgestellt. ●



Griffgeschützte Sauberkeit—
eine echte WINTERBOTTOM-Leistung.

Vorzüge unserer textilen und nicht-textilen Bucheinbandstoffe und Überzugsmaterialien: